

# **PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN DAN PERBAIKAN TANAH UNTUK OPRIT JALAN LAYANG (*OVERPASS*) KOMODOR LAUT YOS SOEDARSO SEMARANG**

Oleh :

Iqbal Yasianto

3110100705

Dosen Pembimbing 1

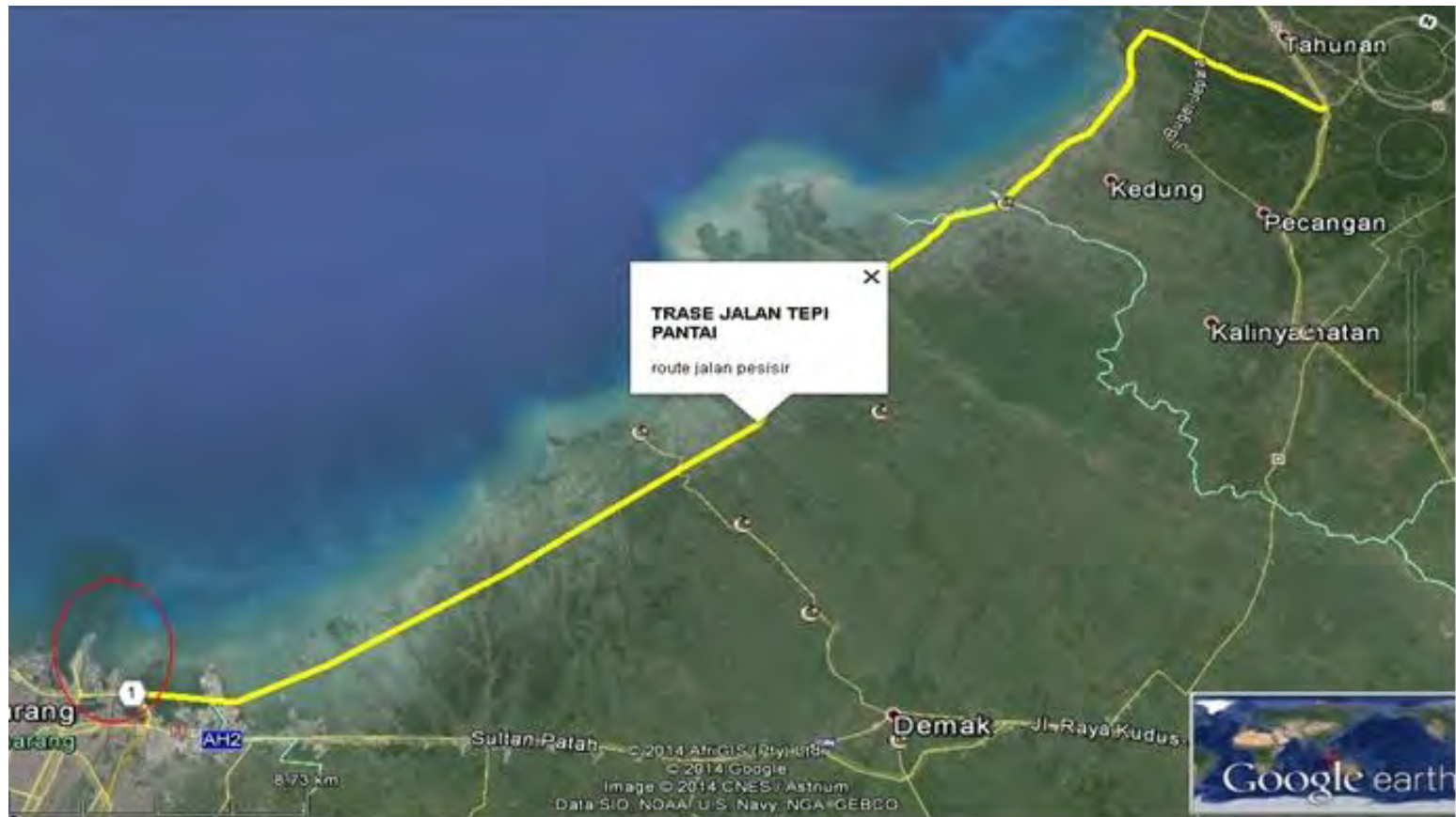
: Ir. Suwarno, M.Eng

Dosen Pembimbing 2

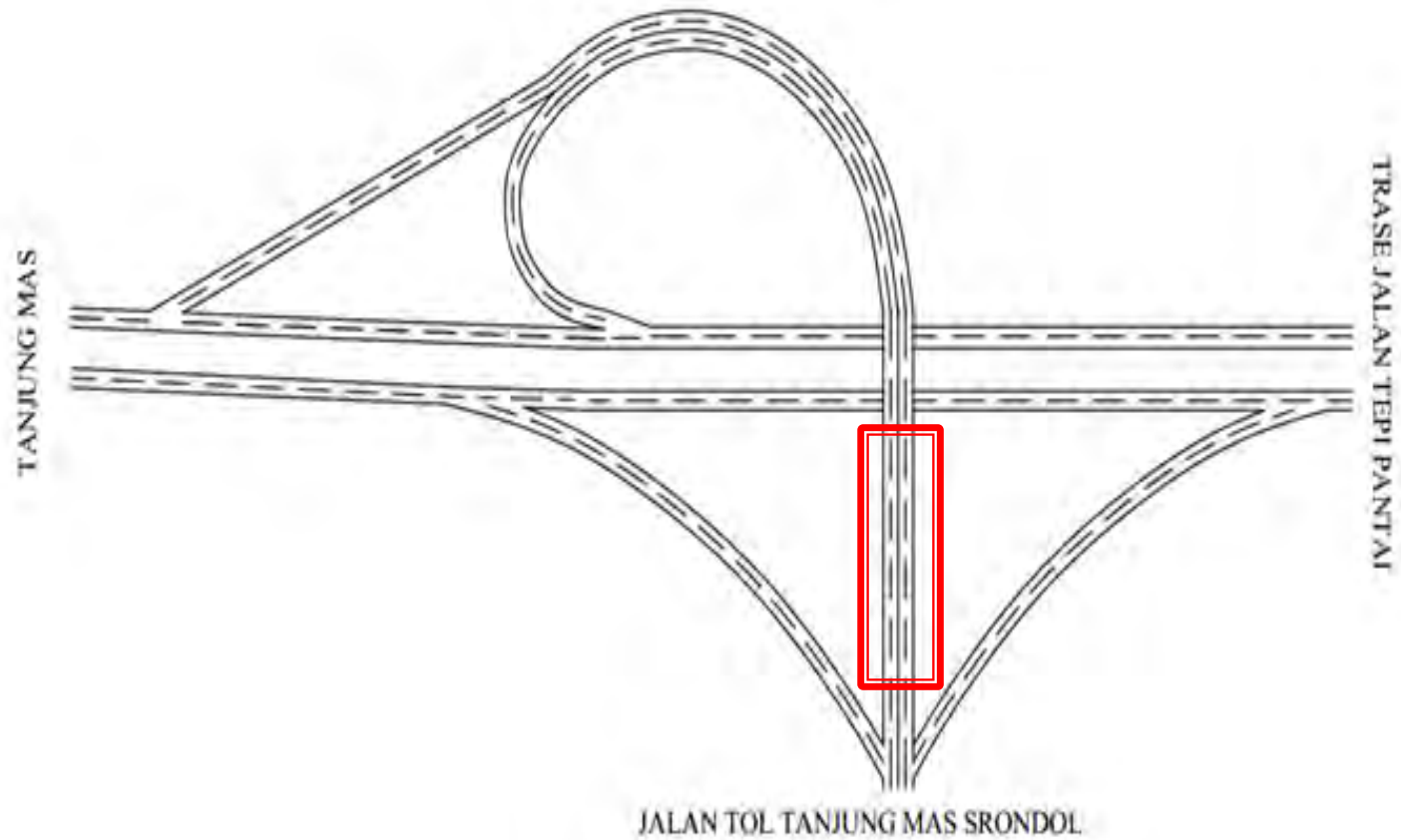
:Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.



# Latar Belakang



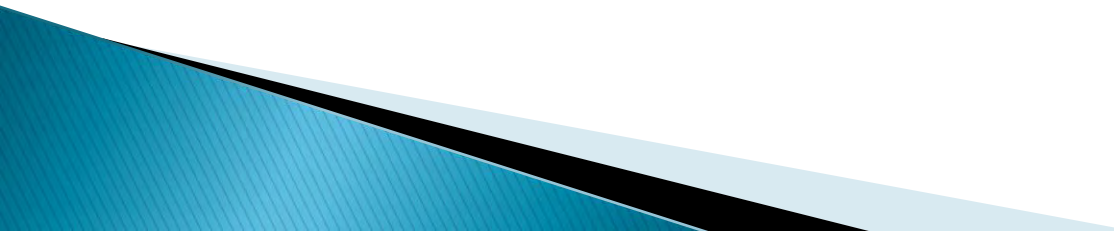
# Latar Belakang



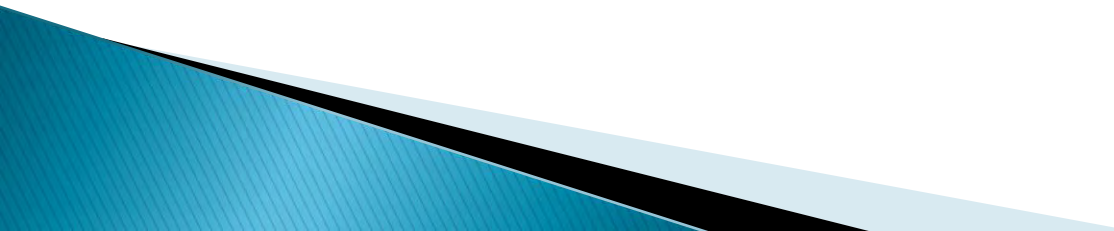
# Rumusan Masalah

1. “bagaimanakah perencanaan perbaikan tanah sehingga menjadi lebih ekonomis untuk perencanaan oprit *overpass* Jalan Komodor Laut Yos Soedarso Semarang ini?”
  - a. Untuk timbunan sebagai badan jalan, berapa tinggi timbunan yang perlu dibuat dan bagaimanakah stabilitas timbunan yang direncanakan?
  - b. Jika stabilitas timbunan yang direncanakan tidak memenuhi syarat, bagaimanakah perkuatan yang diperlukan untuk timbunan oprit itu sendiri?
  - c. Bagaimana perencanaan abutment yang dibutuhkan untuk oprit jembatan jalan layang tersebut?

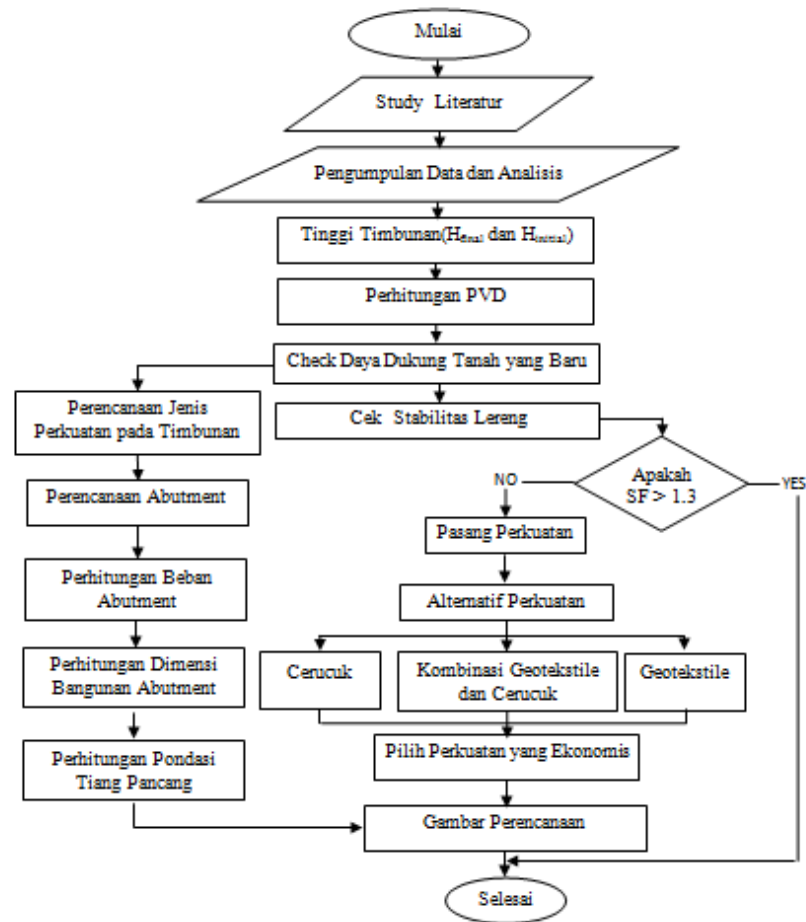
# Tujuan Tugas Akhir

- ▶ Merencanakan oprit jalan layang Komodor Laut Yos Soedarso Semarang dengan alternatif perbaikan tanah dasar guna mencegah terjadinya penurunan setempat, dan alternatif perkuatan tanah guna menghindari kelongsoran pada oprit.
- 

# Batasan Masalah

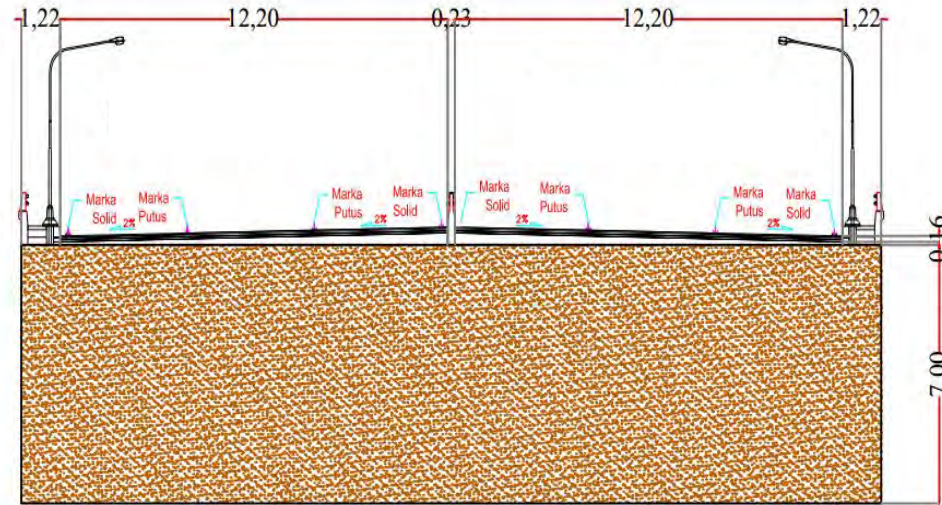
1. Tidak merencanakan tinggi awal jalan
  2. Data tanah menggunakan data skunder
  3. Tidak membahas perhitungan geometri jalan
  4. Tidak membahas perhitungan *upperstructure* jalan *overpass*
  5. Tidak merencanakan drainase jembatan
- 

# Metodologi





# Data Tanah Timbunan



$\gamma_t$	: 1,7 t/m <sup>3</sup>	$\phi$	: 30°
$\gamma_{sat}$	: 1,9 t/m <sup>3</sup>	Cu	: 0

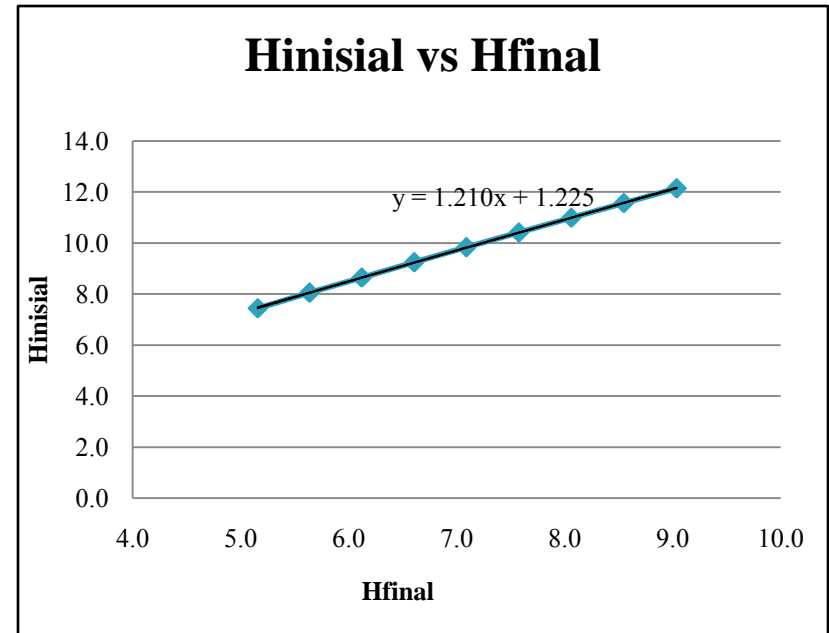
Timbunan oprit direncanakan memiliki tinggi rencana 7 m. lebar timbunan oprit direncanakan 27,1 m dan rencana dinding penahan tanah dibuat tegak supaya tidak mengganggu jalan atau bangunan disampingnya. Panjang oprit 234 m.



# Perhitungan Konsolidasi & Tinggi Awal Timbunan

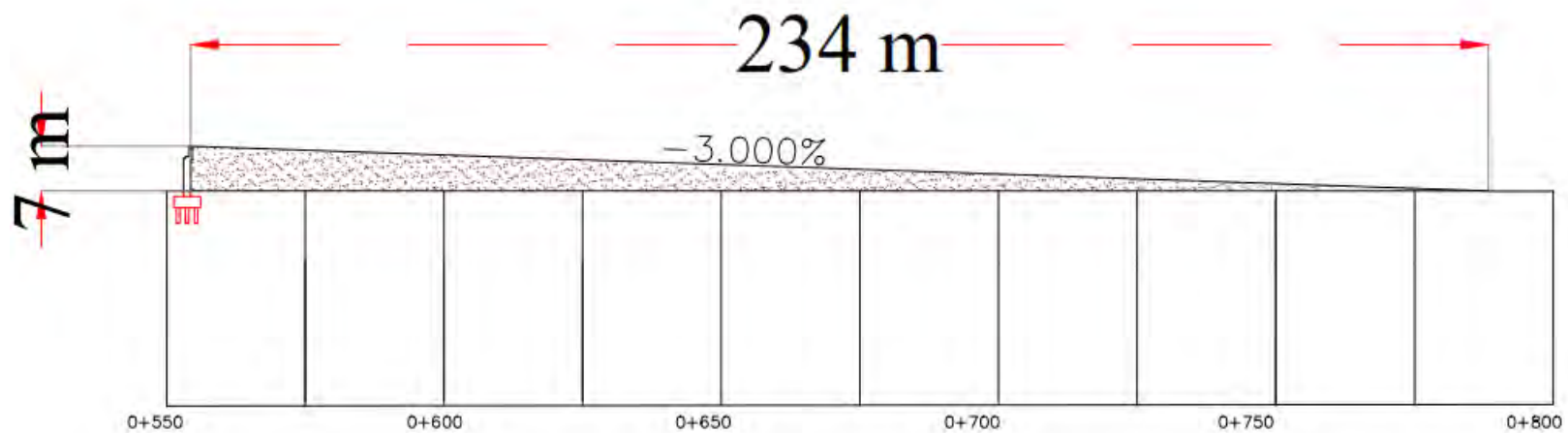
Hasil Perhitungan  $S_c$ ,  $H_{awal}$ , &  $H_{akhir}$  timbunan setinggi 7 m

No	Beban Timbunan $q$ [t/m <sup>2</sup> ]	Settlement Akibat $q$ $S_c$ [m]	$H_{INITIAL}$ [m]	$H_{FINAL}$ [m]
1	11	2.3	7.4	5.2
2	12	2.4	8.0	5.6
3	13	2.5	8.6	6.1
4	14	2.6	9.2	6.6
5	15	2.7	9.8	7.1
6	16	2.8	10.4	7.6
7	17	2.9	11.0	8.1
8	18	3.0	11.6	8.5
9	19	3.1	12.1	9.0



Berdasarkan pada grafik yang ditunjukkan diatas maka untuk mencapai tinggi timbunan ( $H_{akhir}$ ) 7 m diperlukan penimbunan  $H_{awal}$  sebesar 9.80 m

**Maka Kebutuhan tinggi timbunan yang di perlukan sepanjang timbunan**



STA	0+550 to 0+588	0+588 to 0+621	0+588 to 0+655	0+655 to 0+690	0+690 to 0+738	0+738 to 0+234
Hfinal (m)	7	6	5	4	3	1.4
Hinisial (m)	10	8.5	7.5	6	5	3

# Perhitungan Waktu Konsolidasi

$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v}$$

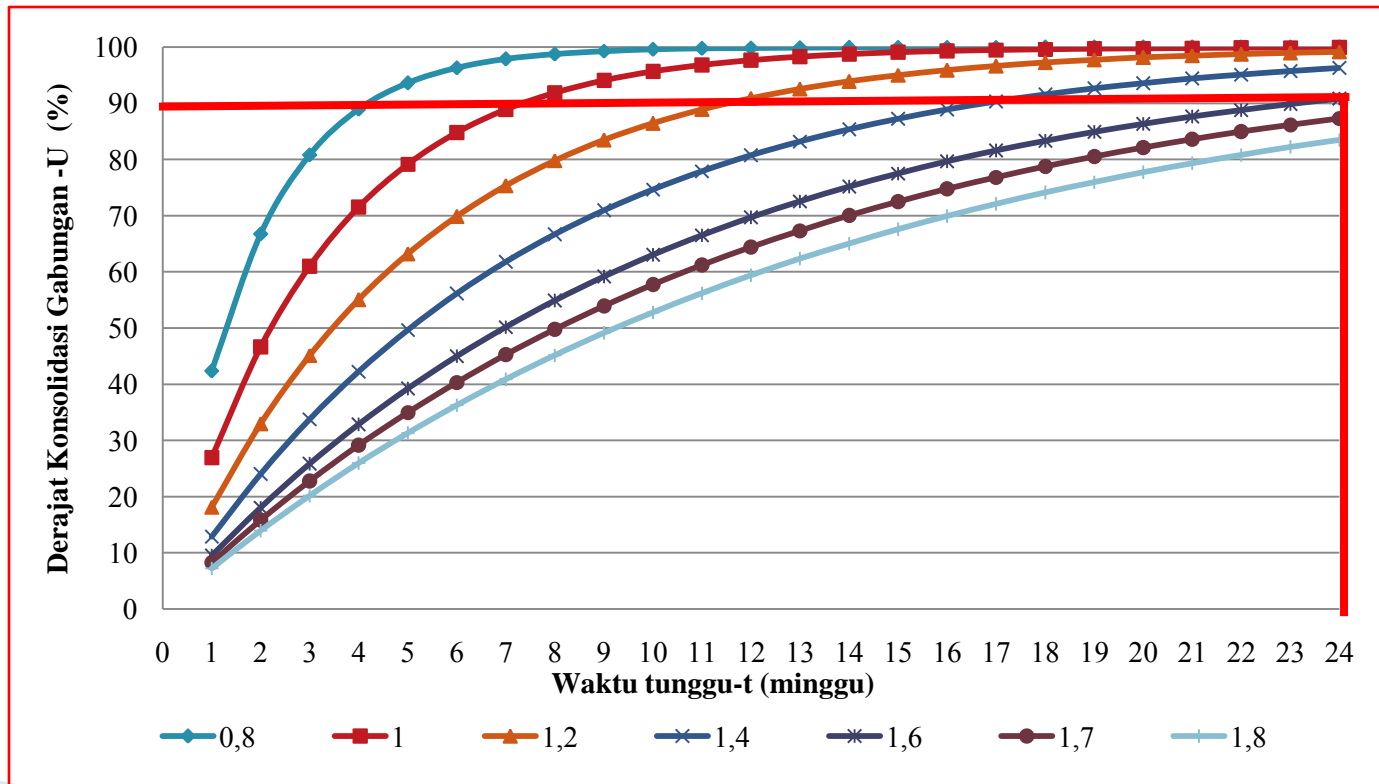
$$t_{90\%} = \frac{0,848 \times 18^2}{0,058} = 4737.1 \text{ minggu} = 98.7 \text{ tahun}$$

Dimana:

$t$	= waktu konsolidasi
$T_v$	= faktor waktu
$H_{dr}$	= panjang aliran air/ <i>drainage</i> terpanjang
$C_v$	= koefisien konsolidasi vertical

# Penggunaan PVD untuk mempercepat waktu konsolidasi

- Grafik Konsolidasi untuk pemasangan PVD pola Segitiga



# Metode Pelaksanaan Timbunan 2

- ▶ Penimbunan yang dilakukan terus menerus tanpa waktu tunggu.
- ▶ Pada metode ini di asumsikan tanah belum mengalami peningkatan  $C_u$  dan penurunan.

$H_{\text{INITIAL}}$ [m]	$H_{\text{FINAL}}$ [m]	$S_c$ [m]
4.9	3	1.9
6.1	4	2.1
7.3	5	2.3
8.5	6	2.5
9.7	7	2.7

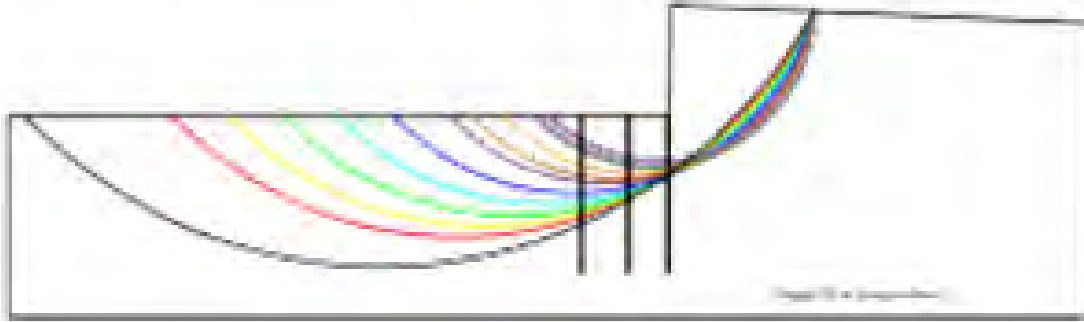
Pada Pelaksanaan akan di pasang perkuatan cerucuk pada ketinggian 9,7 meter sampai 2,5 meter

# Perkuatan dengan Geotextile wall

STA	0+550 to 0+588		0+588 to 0+621		0+588 to 0+655		0+655 to 0+690		0+690 to 0+738		0+738 to 0+234	
H	10		8.5		7.5		6		5		3	
z	Sv	L	Sv	L	Sv	L	Sv	L	Sv	L	Sv	L
9.75	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.5												
9.25	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9												
8.75	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5			0.5	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
8.25	0.5	5.5			-	-	-	-	-	-	-	-
8			0.5	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
7.75	0.5	5.5			-	-	-	-	-	-	-	-
7.5			0.5	4.5	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
7.25	0.5	5.5			0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
7			0.5	4.5	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
6.75	0.5	5.5			0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
6.5			0.5	4.5	0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
6.25	0.5	5.5			0.5	5.5	-	-	-	-	-	-
6			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-	-	-
5.75	0.5	5.5			0.5	5.5	0.5	5.5	-	-	-	-
5.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-	-	-
5.25	0.5	5.5			0.5	5.5	0.5	5.5	-	-	-	-
5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-
4.75	0.5	5.5			0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-
4.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-
4.25	0.5	5.5			0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	-	-
4			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	-	-
3.75	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	-	-
3.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	-	-
3.25	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	-	-
3			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	1	5
2.75	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
2.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
2.25	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	1	5
2			1	6.6	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
1.75	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
1.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	1	5
1.25	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
1			1	6.6	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5	1	5
0.75	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
0.5			0.5	4.5	0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		
0.25	0.75	7			0.5	5.5	0.5	5	0.5	5		



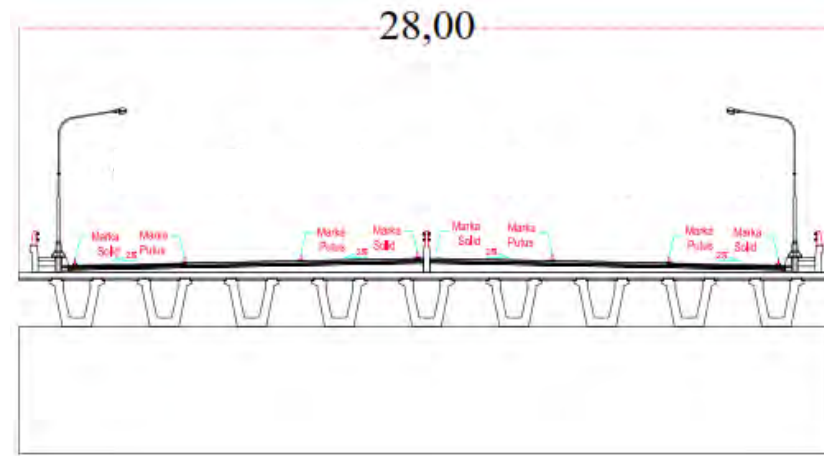
# Perkuatan dengan Cerucuk



- Perhitungan micropile terhadap kelongsoran

No	$H_{\text{inisial}}$ timbunan	Panjang	Jumlah
	meter	meter	buah
1	10*	14	2.435
2	10	14	2.5038
3	9	14	2.274
4	8	13	2.0298
5	7	12	1.8431
6	6	12	1.4344
7	5	11	1.2048
8	4	9	1.3323
9	3	8	0.9631

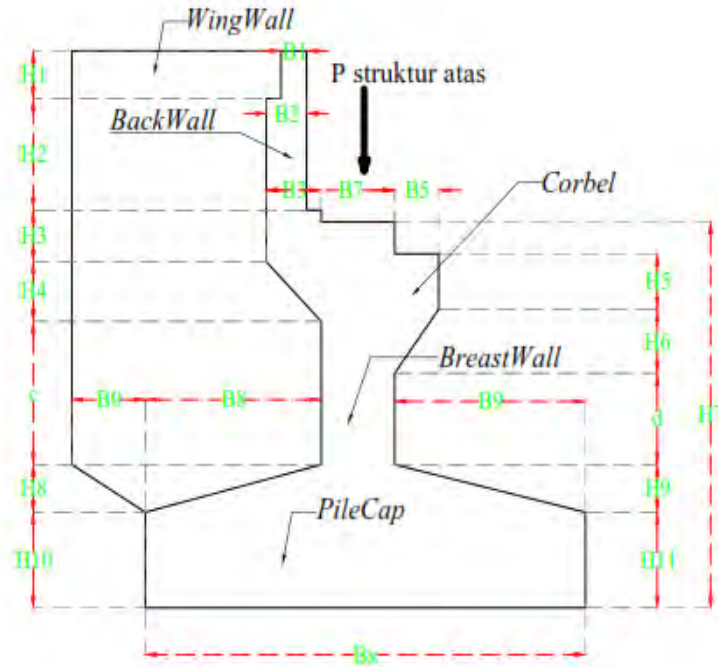
# Perencanaan U-girder



Lebar abutment = lebar jalan + 2(lebar wingwall) = 28 m  
 Pakai Beam spacing = 2,8 m < 3,1 m  
 Lebar U girder = 1,9 m  
 Jarak antar girder = 0,9 m  
 Tebal 2x wingwall = 1 m  
 Kebutuhan girder = 5 buah

Data U girder PC U H-165			
max beam spacing	=	3,1	m
f'c	=	50	Mpa
Span	=	30	m
V <sub>DL</sub>	=	88,7	t
V <sub>LL</sub>	=	58.2	t
V <sub>ultimate</sub>	=	21,5	t
A	=	11878	cm <sup>2</sup>
Tinggi	=	1,65	m
Inersia	=	31358776	cm <sup>4</sup>

# Perencanaan Timbunan



Notasi	Tinggi (m)	Notasi	Lebar(m)
h1	0.85	b1	0.4
h2	1	b2	0.6
h3	0.7	b3	0.75
h4	0.75	b4	0.75
h5	0.7	b5	0.6
h6	0.8	b6	0.6
h7	6.5	b7	1
h8	0.6	b8	2.6
h9	0.6	b9	2.4
h10	0.9	b0	1
h11	0.9	Bx	6
c	3.7		
d	3.1		

# Rekapitulasi Beban pada Abutment

Aksi/Beban	Kode	Vetikal	Horizontal		Momen	
		P (t)	arah x (t)	arah y (t)	arah x (tm)	arah y (tm)
Berat Mati						
Struktur Atas	MS	151.4	-	-	-	-15.1
Struktur Bawah		582.4	-	-	-	-198.8
Timbunan		326.8	-	-	-	-711.8
Berat Mati Tambahan						
Struktur Atas	MA	197.1	-	-	-	-19.7
Tekanan Tanah						
Struktur Bawah	TA	327.1	-	-	-	984.0
Beban lajur "D"						
Struktur Atas	TD	206.5	-	-	-	-20.7
Beban pedestrian						
Struktur Atas	TP	9.8	-	-	-	-0.98
Gaya rem						
Struktur Atas	TB	-	75	-	-	637.5
Temperatur						
Struktur Atas	ET	-	2.8125	-	-	18.28125
Beban Angin						
Struktur Atas	EW	7.56	-	7.124906	58.882113	-0.756
Beban Gempa						
Struktur Atas	EQ	-	99.9	99.9	849.2	849.2
Struktur Bawah		-	260.6	260.6	920.22875	920.2
Timbunan		-	216.0	-	-	1223.8
JUMLAH		1808.5	654.3	367.6	1828.3	3665.1

# Kombinasi Beban pada Abutment

Aksi	Kombinasi No.				
	1	2	3	4	5
Aksi tetap	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X
Beban angin	-	-	X	X	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X
Beban tumbukan	-	-	-	-	-
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{os}$	nil	25%	25%	40%	50%

No	Kombinasi Beban	Vetikal	Horizontal		Momen	
		P(t)	arah x (t)	arah y (t)	arah x(tm)	arah y (tm)
1	Kombinasi 1	1801.0	75.0	0.0	0.0	654.4
2	Kombinasi 2	1801.0	77.8	0.0	0.0	672.7
3	Kombinasi 3	1808.5	75.0	7.1	58.9	653.6
4	Kombinasi 4	1808.5	77.8	7.1	58.9	671.9
5	Kombinasi 5	1584.7	576.5	360.5	1769.4	3031.7

# Kontrol Abutment

Kontrol Stabilitas Guling arah X

$$\begin{aligned} B_x &= 6 \text{ m} \\ B_x/2 &= 3 \text{ m} \\ M_{px} &= P \times (B_x/2) \times (1 + k) \\ SF &= M_{px}/M_x > 2.2 \end{aligned}$$

No	Kombinasi Beban	k	P	Mx	Mpx	SF	Keterangan
		%	ton	Ton.m	Ton.m		
1	Kombinasi 1	0%	2116.0	0.0	6347.9	$\infty$	>2.2 (OK)
2	Kombinasi 2	25%	2116.0	0.0	7934.9	$\infty$	>2.2 (OK)
3	Kombinasi 3	25%	2129.6	45.4	7986.0	175.8	>2.2 (OK)
4	Kombinasi 4	40%	2129.6	45.4	8944.3	196.9	>2.2 (OK)
5	Kombinasi 5	50%	2475.9	1879.3	11141.7	5.9	>2.2 (OK)

Kontrol Stabilitas Guling arah Y

$$\begin{aligned} B_y &= 28 \text{ m} \\ B_y/2 &= 14 \text{ m} \\ M_{py} &= P (B_y/2) \times (1 + k) \\ SF &= M_{py}/M_y > 2.2 \end{aligned}$$

No	Kombinasi Beban	k	P	My	Mpy	SF	Keterangan
		%	t	tm	tm		
1	Kombinasi 1	0%	2116.0	52.1	29623.7	568.5	>2.2 (OK)
2	Kombinasi 2	25%	2116.0	97.7	37029.7	379.1	>2.2 (OK)
3	Kombinasi 3	25%	2129.6	50.7	37267.8	734.4	>2.2 (OK)
4	Kombinasi 4	40%	2129.6	96.3	41740.0	433.4	>2.2 (OK)
5	Kombinasi 5	50%	2475.9	1481.9	51994.5	35.1	>2.2 (OK)



# Kontrol Abutment

Parameter tanah dasar *Pile-cap* :

Sudut geser  $\phi = 26,86^\circ$

Kohesi  $C = 0,06 \text{ kg/cm}^2$

Ukuran Dasar *Pile-cap* :

$B_x = 6$  meter

$B_y = 28$  meter

$H_p = (C \times B_x \times B_y + (P \times \tan \phi)) \times (1 + k)$

SF  $= H_p / H > 1.1$

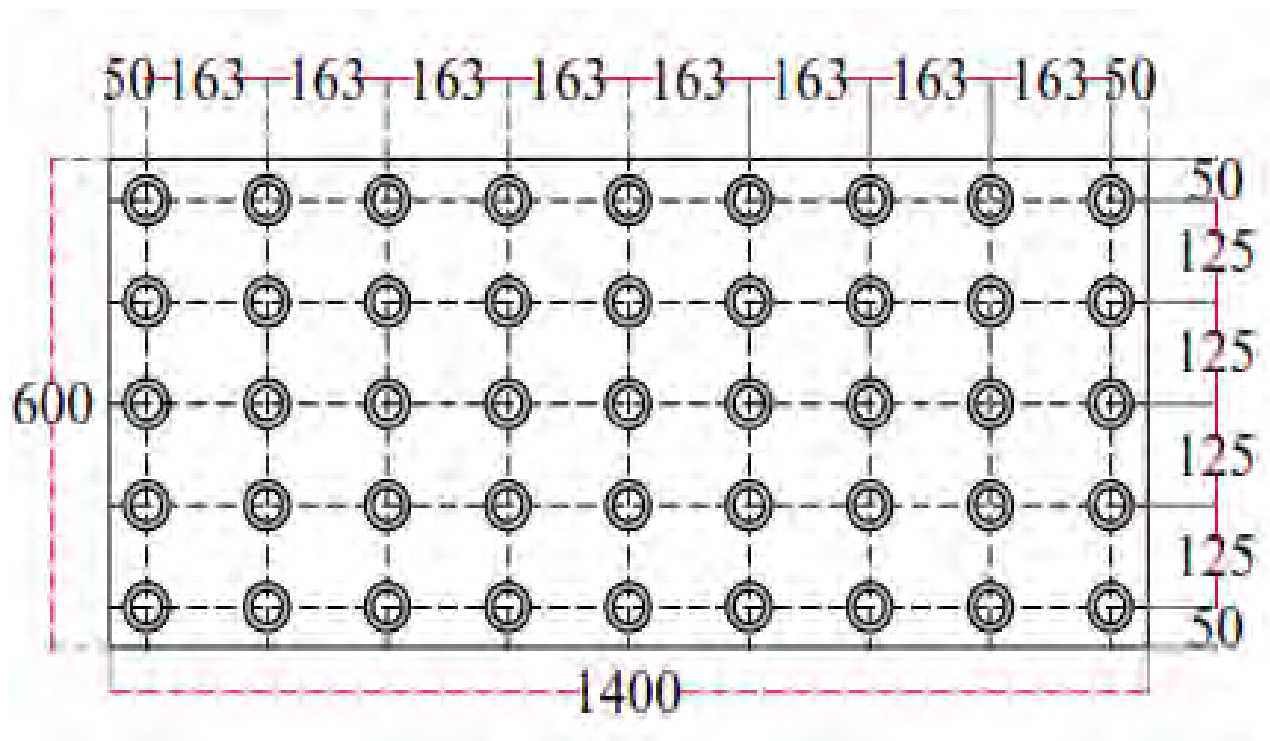
## Kontrol Stabilitas Geser arah X

No	Kombinasi Beban	k	P	H <sub>x</sub>	H	SF	Keterangan
		%	t	t	t		
1	Kombinasi 1	0%	2115.982	56.43	1172.44	20.78	>1.1 (OK)
2	Kombinasi 2	25%	2115.982	66.56	1465.55	22.02	>1.1 (OK)
3	Kombinasi 3	25%	2129.59	56.43	1474.17	26.12	>1.1 (OK)
4	Kombinasi 4	40%	2129.59	66.56	1651.07	24.81	>1.1 (OK)
5	Kombinasi 5	50%	2475.927	485.38	2032.11	4.19	>1.1 (OK)

## Kontrol Stabilitas Geser arah Y

No	Kombinasi Beban	k	P	H <sub>y</sub>	H	SF	Keterangan
		%	t	t	t		
1	Kombinasi 1	0%	2116.0	0.0	1172.4	$\infty$	>1.1 (OK)
2	Kombinasi 2	25%	2116.0	0.0	1465.6	$\infty$	>1.1 (OK)
3	Kombinasi 3	25%	2129.6	7.1	1474.2	208.9	>1.1 (OK)
4	Kombinasi 4	40%	2129.6	7.1	1651.1	234.0	>1.1 (OK)
5	Kombinasi 5	50%	2475.9	485.4	2032.1	4.2	>1.1 (OK)

# Pondasi Abutment Diameter 0,6 m



# Kontrol tiang pancang

Dari spesifikasi Wika Pile Classification, direncanakan tiang pancang beton dengan :

Diameter = 60 cm  
 Tebal = 10 cm  
 Kelas = C  
 K-500 maka  $f'_c = 425 \text{ kg/cm}^2$   
 Allowable Axial = 229,5 ton  
 Bending Moment Crack = 29 ton.m  
 Bending Moment Ulimite = 58 ton.m  
 $P_{max} = 72,95 \text{ ton} > P_{allow}$   
 $= 229,5 \text{ ton} \dots\dots \text{OK!!}$   
 $E = 4700 (f'_c)^{0.5}$   
 $= 302276 \text{ kg/cm}^2$   
 $I = 1/64 * \pi * (60^4 - 10^4)$   
 $= 329376,355 \text{ cm}^4$   
 $2C_u = 0,18 \text{ kg/cm}^2$   
 $= 0,1053 \text{ ton/ft}^2$   
 $f = 3 \text{ ton/ft}^3$

$$T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 253,11 \text{ cm}$$

$$L/T = 30/2,98$$

$$= 10$$

$$Z = 0 \text{ meter}$$

$$F_M = 0,9$$

$$M_p = F_M (H_{max} \cdot T)/n$$

$$= 0,9 (12739,8 * 2,98)/45$$

$$= 3796,6 \text{ kgm}$$

No	k %	Mcrack*k %	H	Mp	Keterangan
		(kgm)	kg	(kgm)	
1	100%	29000	75000.0	3796.6	OK!!
2	125%	36250	77812.5	3939.0	OK!!
3	125%	36250	75000.0	3796.6	OK!!
4	140%	40600	77812.5	3939.0	OK!!
5	150%	43500	576477.6	29182.4	OK!!

$$L/T = 10$$

$$Z = 0 \text{ meter}$$

$$F_\delta = 0,94$$

$$P = H_{max}/n = 12810,6 \text{ kg}$$

$$\delta_p = F_\delta \left[ \frac{P \times T^3}{E \times I} \right]$$

$$= 0,94 \left[ \frac{12739,38 \times 253,1^3}{302276 \times 329376,355} \right]$$

$$= 1,958 \text{ cm} < 2 \text{ cm OK!!}$$

# Analisis Biaya

No	Pekerjaa n	Volu me	Unit	Harga Satuan	Sub Total	PPn 10%	Total
				(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)
I	Penimbunan						
a	Timbuna n 10 m	32760	m³	152,000	4,979,520,00 0	497,952,000	5,477,472,00 0

No	Pekerjaan	Vo l	unit	Harga Satuan	Sub Total	PPn 10%	Total
				(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)
I	ABUTMENT						
a	Beton K-350	22 l	m³	920,000	203,150,37 5	20,315,03 8	223,465,4 13
II	PONDASI TIANG PANCANG 60 CM						
a	Tiang Pancang 30 Meter	45	bua h	13,400,000	603,000,00 0	60,300,00 0	663,300,0 00
II	PONDASI TIANG PANCANG 50 CM						
a	Tiang Pancang 28 meter	60	bua h	11,000,000	660,000,00 0	66,000,00 0	726,000,0 00

No	Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Sub Total	PPn 10%	Total
				(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)
I	STA 0+550 - 0+800						
a	mincropile 25x25 cm 14m	144	buah	2,590,000	372,960,000	37,296,000	410,256,000
b	mincropile 25x25 cm 13m	72	buah	2,405,000	173,160,000	17,316,000	190,476,000
c	mincropile 25x25 cm 12m	96	buah	2,220,000	213,120,000	21,312,000	234,432,000
a	mincropile 25x25 cm 11m	48	buah	2,035,000	97,680,000	9,768,000	107,448,000
b	mincropile 25x25 cm 9 m	48	buah	1,665,000	79,920,000	7,992,000	87,912,000
c	mincropile 25x25 cm 8 m	24	buah	1,480,000	35,520,000	3,552,000	39,072,000
II	STA 0+550 - 0+800						
a	Geotextile Stabilenka	33326. 76	m²	31,636	1,054,325,37 9	105,432,538	1,159,757,91 7

# Kesimpulan

1. Perhitungan timbunan yang direncanakan setinggi 7 meter perlu tinggi awal 9,7 meter. Sehingga total penimbunan yang diperlukan adalah

No	STA	$H_{final}$	$H_{inisial}$	Sc
		m	m	m
1	0+550	7	9.695	2.695
2	0+588	6	8.485	2.485
3	0+621	5	7.275	2.275
4	0+655	4	6.065	2.065
5	0+690	3	4.855	1.855
7	0+738	1.5	3.04	1.54

Stabilitas timbunan di cek dengan program STABEL didapatkan tinggi kritis yaitu 2,5 meter dengan SF rencana sebesar 1,3. Untuk melakukan penimbunan maka dibutuhkan perkuatan

2. Perkuatan yang direncanakan antara lain dengan menggunakan *geotextile*. *Geotextile* yang digunakan adalah tipe *Stabilenka high strength woven* dengan kekuatan tarik 120/120 dari *Huesker* yang dipasang 2 lapis pada STA 0+550-STA 0+800 dengan total biaya Rp 1.159.757.917,00 dan *micropile* yang digunakan dengan ukuran 25 cm x 25 cm memiliki  $P_{ijin}$  sebesar 50 ton dipasang pada timbunan ketinggian 10 sampai ketinggian 2,5 m dengan total biaya Rp 1.069.596.000,00.
3. Dinding abutment direncanakan setinggi 8,5 meter dan ditopang oleh 45 buah pondasi tiang pancang, dimana pondasi tiang pancang yang digunakan berdiameter 60 cm. total biaya yang diperlukan untuk kebutuhan abutment adalah sebesar Rp 886.765.413,00

TERIMA KASIH  
ATAS PERHATIANYA